

⑯ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑰ 公開 昭和64年(1989)3月17日

H 01 L 27/04
27/10

3 2 5

C-7514-5F
M-8624-5F

審査請求 有 発明の数 1 (全4頁)

⑱ 発明の名称 トレンチキャパシターの製造方法

⑲ 特 願 昭62-228252

⑳ 出 願 昭62(1987)9月14日

㉑ 発 明 者 薄 敏 彦 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内

㉒ 発 明 者 岩 佐 誠 一 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内

㉓ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉔ 代 理 人 弁 理 士 佐 藤 一 雄 外2名

明 願 書

1. 発明の名称

トレンチキャパシターの製造方法

2. 特許請求の範囲

先ず、シリコン基板にトレンチを形成し、次に、前記トレンチの内部を含めた前記シリコン基板の表面に、不純物をドーピングさせたアモルファスシリコンまたはポリシリコンを堆積させ、次に、前記アモルファスシリコンまたはポリシリコンと前記シリコン基板の一部とを酸化させて内部に不純物層を、表面部に酸化物層を形成し、次に、前記酸化物層をエッチングにより除去し、次に、前記不純物層の表面に絶縁層を形成し、次に、前記絶縁層に電極膜を堆積させることを特徴とするトレンチキャパシターの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

この発明はトレンチキャパシターの製造方法に係り、特に、トレンチコーナ部の曲率半径の増大に関する。

(従来の技術)

第3図(A)～(F)はトレンチキャパシタの従来の製造方法を示す工程図である。これは、同図(A)に示すように、シリコン基板1上に適当なマスク材2を、例えば、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により堆積させ、この上にフォトリソグラフを塗布して窓3aを形成し、続いて、同図(B)に示すようにマスク材2にトレンチを刻るための窓2aを形成すると共に、フォトリソグラフを除去する。次に、同図(c)に示すように、例えば、イオンエッチング等の異方性エッチングによりシリコン基板1に必要な深さのトレンチ1aを形成し、適当な後処理によりマスク材2を除去したのち、シリコンエッチング時のダメージ

層を除去する。次に、同図(D)に示すように、キャパシターとなる部分をD(Depression)化するためにイオン注入や、固相拡散によりトレンチの表面に不純物層4を形成した後、ゲート酸化を行って同図(E)に示すように絶縁膜5を形成する。最後に、絶縁膜5上にポリシリコン等を堆積して電極膜6を形成することにより同図(F)に示すようなトレンチキャパシターが形成される。

(発明が解決しようとする問題点)

上述したトレンチキャパシターは、シリコン基板上に異方性エッチングによりトレンチを掘り、このトレンチの内部を含めた表面に絶縁膜を形成しているため、平面型のキャパシターに比べれば、コーナ部での電界集中により耐圧低下を引起すと同時に信頼性を低下させることがある。そのために、トレンチの内面をエッチングした後にその表面を一度酸化させることによりコーナ部に丸みを持たせることを行っている。

かかる酸化処理には、特別な条件を確立する必要がある。すなわち、「1. 0. 0」面方位を

シリコン基板の表面に、不純物をドーピングさせたアモルファスシリコンまたはポリシリコンを堆積させ、次に、前記アモルファスシリコンまたはポリシリコンと前記シリコン基板の一部とを酸化させて内部に不純物層を、表面部に酸化膜層を形成し、次に、前記酸化膜層をエッチングにより除去し、次に、前記不純物層の表面に絶縁膜を形成し、次に、前記絶縁膜に電極膜を堆積させることを特徴とするものである。

(作 用)

この発明においては、シリコン基板上にアモルファスシリコンまたはポリシリコンを堆積させたとき、そのコーナ部が丸みを帯びる。この状態でアモルファスシリコンまたはポリシリコンを酸化処理すると、酸化膜とS1基板の境界はアモルファスシリコンまたはポリシリコンのコーナの表面形状に倣って丸みを帯びることになる。このあと、酸化膜をエッチングすることによりとり除けばトレンチのコーナ部には丸くなり、同時にS1基板には不純物がかくさんされることになる。従って、

持つシリコン基板にトレンチを形成し、このトレンチの内面を酸化すると、コーナ部にホーン形状をした突起が発生し、電界集中の抑制どころか逆に電界集中を助長する場合が多い。

そこで、1000℃以上の水蒸気雰囲気中で、厚さが1000Å以上の酸化膜を形成させる特別な条件を用いると、コーナ部には丸みが生じ電界集中が避けられるが、この高温雰囲気中では結晶欠陥が発生したり、不純物分布の変化をきたしてしまうという問題点があった。

この発明は上記の問題点を解決するためになされたもので、安定した条件下で、容易にトレンチのコーナ部の曲率半径の増大を図り得、これによって、耐圧および信頼性を格段に向上させることのできるトレンチキャパシターの製造方法を提供することを目的とする。

(発明の構成)

(問題点を解決するための手段)

この発明は、先ず、シリコン基板にトレンチを形成し、次に、前記トレンチの内部を含めた前記

トレンチコーナ部に丸みを持たせるために、特別な処理条件を確立しなければならない従来の製造方法に比べて、安定した条件下で、容易にトレンチのコーナ部の曲率半径を大きくすることができる。

(実施例)

第1図(A)～(F)はこの発明の一実施例を示す工程図である。ここでは、先ず、同図(A)に示すように、シリコン基板1の表面にマスク材2を形成してトレンチを形成するための窓2aを開け、続いて、同図(B)に示すように、異方性エッチングによりシリコン基板1にトレンチ1aを掘って、マスク材2を剥離させる。次に、トレンチ1aの内面を含めたシリコン基板の表面に、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のヒ素をドーピングしたアモルファスシリコンを500～2000Å堆積させる。次に、このウェハを適当な条件、例えば、950℃での雰囲気中で、水素熱酸化により、アモルファスシリコン7とシリコン基板1の一部、例えば、深さが500～1000Åの表面部とを酸化させること

により、図面(D)に示すように、酸化膜層8を形成すると共に、アモルファスシリコン中にドーブされていた不純物をシリコン基板内に拡散させて不純物層4を形成する。続いて、図面(E)に示すように、酸化膜層8をエッチングすることによって不純物層4を露出させ、ここに、絶縁膜5を形成させる。この場合、シリコン基板1のコーナ部はアモルファスシリコンの堆積形状を反映して曲率半径が100Å以上の丸みを持ち、電界集中の起り難いトレンチキャパシタの下地が形成される。最後に、図面(F)に示すように、ポリシリコン等の電極膜6を形成することによってトレンチキャパシタが完成する。

第2図は本工程を踏んで製造されたトレンチキャパシタ電界強度と電流との関係を、従来の方法により製造されたトレンチキャパシタのそれと併せて示した線図で、曲線Xが従来の方法によるもの、曲線Yが本工程を採用したものである。ここで、シリコン基板1がN型であったとして、電極に正電圧を印加したことにより、例えば、

10^{-8} Aの電流が流れた時と比較すると、従来の方法では5.7MV/CMの電界強度を示したのに対して、第1図の工程を踏んだ場合には、7.0MV/CMを示している。

かくして、この実施例によれば、トレンチコーナ部の曲率半径を、単純な手法により格段に大きくすることができ、この結果、耐圧を1.0MV/CMも上げることができる。

なお、この実施例ではアモルファスシリコンを堆積させて酸化膜層8を形成したがこの代わりにはポリシリコンを用いても上述したと同様な酸化膜層8および不純物層4を形成することができる。

一方、この実施例では、不純物がドーブされたアモルファスシリコンとシリコン基板との酸化工程にて不純物拡散処理も同時に行われることになり、D化の工程を含んだ従来の方法に較べて製品歩留りを改善することができる。

【発明の構成】

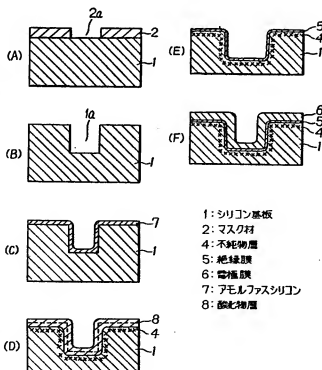
以上の説明によって明らかなように、この発明

によれば、シリコン基板上にアモルファスシリコンまたはポリシリコンを堆積させた時にコーナ部が丸みを帯びることを巧みに利用して、コーナ部が丸みを帯びた不純物層を形成しているため、安定した条件下で、容易にトレンチのコーナ部の曲率半径を大きくすることができ、これによって耐圧および信頼性を格段に向上させることができるという効果がある。

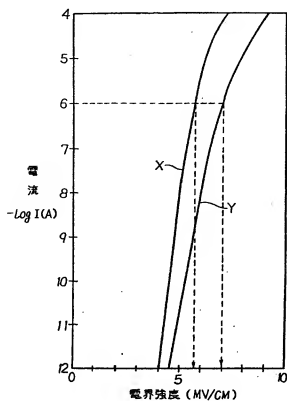
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例を示す工程図、第2図は同実施例によって製造された製品の電界強度と電流との関係を従来の方法を採用した製品と比較して示した線図、第3図は従来のトレンチキャパシタの製造方法を示す工程図である。

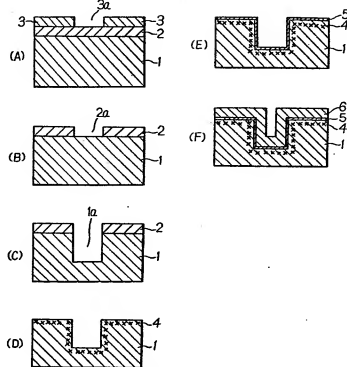
1…シリコン基板、2…マスク材、4…不純物層、5…絶縁膜、6…電極膜、7…アモルファスシリコン、8…酸化膜層。



第1図



第2圖



第3圖